



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104514690 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201410476603. 9

(22) 申请日 2014. 09. 18

(30) 优先权数据

13184994. 5 2013. 09. 18 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 S. 奥莱曼斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 邹松青 胡斌

(51) Int. Cl.

F03D 11/00(2006. 01)

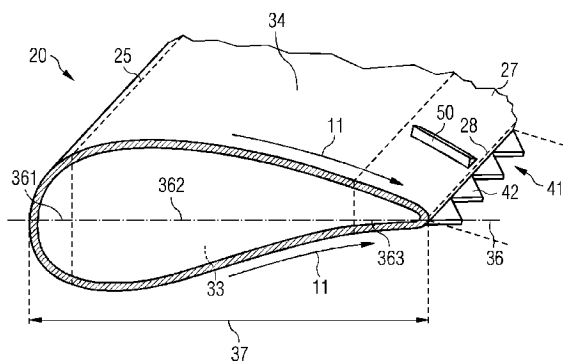
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

具有锯齿状延伸部的风轮机转子叶片

(57) 摘要

本发明涉及具有锯齿状延伸部的风轮机转子叶片。风轮机转子叶片(20)包括根部端(23)、末梢端(21)、前缘区段(25)、后缘区段(27)以及锯齿状延伸部(41),其中锯齿状延伸部(41)附连到后缘区段(27)且至少包括第一齿(42)。风轮机转子叶片(20)包括至少一个构型元件(50),用于引导从前缘区段(25)流到后缘区段(27)的风流(11),使得后缘区段(27)处产生的噪声减少。该构型元件(50)具有凸脊形状。有利地,凸脊形的构型元件(50)与第一齿(42)相比位于上游,和/或位于第一齿(42)的表面上。本发明涉及减少在风轮机转子叶片(20)的后缘区段(27)处产生的噪声的方法。



1. 一种风轮机转子叶片 (20), 所述风轮机转子叶片包括根部端 (23)、末梢端 (21)、前缘区段 (25)、后缘区段 (27) 以及锯齿状延伸部 (41), 其中所述锯齿状延伸部 (41) 附连到所述后缘区段 (27) 且至少包括第一齿 (42), 其特征在于,

- 所述风轮机转子叶片 (20) 包括至少一个构型元件 (50), 用于引导从所述前缘区段 (25) 流到所述后缘区段 (27) 的风流 (11), 使得在所述后缘区段 (27) 处产生的噪声减少; 以及

- 所述构型元件 (50) 具有凸脊的形状。

2. 根据权利要求 1 所述的风轮机转子叶片 (20), 其特征在于, 所述构型元件 (50) 布置成使得风流 (11) 的流线 (12) 由所述构型元件 (50) 致使朝向所述第一齿 (42) 的末梢 (43) 偏转。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的风轮机转子叶片 (20), 其特征在于,

- 所述构型元件 (50) 包括纵向凸脊延伸 (51)、横向凸脊延伸 (52) 和凸脊高度 (53),

- 所述构型元件 (50) 包括凸脊脊顶 (54), 所述凸脊脊顶由针对各个横向凸脊延伸 (52) 的最大凸脊高度 (53) 限定; 以及

- 所述凸脊脊顶 (54) 大致垂直于所述后缘区段 (27) 的后缘 (28)。

4. 根据权利要求 3 所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于, 相对于从所述风轮机转子叶片 (20) 的前缘区段 (25) 流到后缘区段 (27) 的风流 (11), 所述构型元件 (50) 与所述第一齿 (42) 相比位于上游。

5. 根据权利要求 4 所述的风轮机转子叶片 (20), 其特征在于, 所述构型元件 (50) 位于所述后缘区段 (27) 处。

6. 根据权利要求 5 所述的风轮机转子叶片 (20), 其特征在于, 所述凸脊脊顶 (54) 定位成在所述第一齿 (42) 和第二齿 (45) 之间大致居中, 所述第二齿 (45) 与所述第一齿 (42) 相邻。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于, 所述构型元件 (50) 位于所述第一齿 (42) 的表面上。

8. 根据权利要求 7 所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于,

- 所述第一齿 (42) 包括齿吸力侧和齿压力侧 (44); 以及

- 所述构型元件 (50) 位于所述第一齿 (42) 的齿压力侧 (44) 上。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于, 所述锯齿状延伸部 (41) 包括交替的齿。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于, 所述构型元件 (50) 包含塑料。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的风轮机转子叶片 (20),

其特征在于, 构型元件 (50) 借助于粘合剂附连到所述风轮机转子叶片 (20) 的相对表面上。

12. 一种减少在风轮机转子叶片 (20) 的后缘区段 (27) 处产生的噪声的方法, 所述风轮机转子叶片 (20) 包括根部端 (23)、末梢端 (21)、前缘区段 (25)、所述后缘区段 (27) 以及锯齿状延伸部 (41), 其中所述锯齿状延伸部 (41) 至少包括第一齿 (42), 且附连到所述后缘区

段 (27),

其特征在于,

- 所述风轮机转子叶片 (20) 的至少一个构型元件 (50) 引导从所述前缘区段 (25) 流到所述后缘区段 (27) 的风流 (11), 使得在所述后缘区段 (27) 处产生的噪声减少; 以及

- 所述构型元件 (50) 成形为凸脊。

具有锯齿状延伸部的风轮机转子叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及具有锯齿状延伸部的风轮机转子叶片,其中,锯齿状延伸部附连到风轮机转子叶片的后缘区段,且至少包括第一齿。此外,本发明涉及减少在风轮机转子叶片的后缘区段处产生的噪声的方法。

背景技术

[0002] 由风轮机发出的噪声可为重要参数,特别是在风轮机架设在陆地上以及居民区附近的情况下。由风轮机发出的噪声的很大一部分来自于风轮机转子叶片。更具体地,噪声的很大一部分来自于风轮机转子叶片的后缘区段。

[0003] 因此,采取了很大的努力来减少在风轮机转子叶片的后缘区段处产生的噪声。实现噪声减少的一种方式是在附连到风轮机转子叶片的后缘区段上的锯齿状面板。该构思或者概念已经在例如欧洲专利申请 EP2309119A1 中被公开。

[0004] 然而,进一步的噪声减少将是有益的。因此,希望提供减少由流过风轮机的风轮机转子叶片的风流产生的噪声的器件。更具体地,该器件应当与现存的噪声减少器件(诸如锯齿状面板)相兼容。

发明内容

[0005] 该目的通过独立权利要求来实现。从属权利要求描述了本发明的有利的发展和修改。

[0006] 根据本发明,提供了一种风轮机转子叶片,其包括根部端、末梢端、前缘区段、后缘区段以及锯齿状延伸部,其中该锯齿状延伸部附连到后缘区段且至少包括第一齿。该风轮机转子叶片包括至少一个构型(patterning)元件,其用于引导从前缘区段流到后缘区段的风流,使得在后缘区段处产生的噪声得以减少。该构型元件具有凸脊的形状。

[0007] 锯齿状延伸部可具有锯齿状面板的形状。换言之,锯齿状延伸部可具有板的形状,该板在其一个或多个侧边上具有锯齿。

[0008] 这样的锯齿状面板的制造可独立于其余部分的风轮机转子叶片的制造而发生。在制造其余部分的风轮机转子叶片期间或之后,预制的锯齿状面板可附连到其上。其甚至可作为翻新件附连到风轮机转子叶片上,这意味着锯齿状面板附连到已经安装在其余部分的风轮机上以及与其连接的风轮机转子叶片。在锯齿状面板附连到风轮机转子叶片上之后,风轮机还可能已经运行了一段时间。

[0009] 应当注意,本发明还包括其中锯齿状延伸部与风轮机转子叶片的制造一体地制造的风轮机转子叶片。换言之,锯齿状延伸部与其余部分的风轮机转子叶片同时且一起被制造。

[0010] 风轮机转子叶片包括凸脊形的构型元件。该构型元件可被理解为具有凸脊或丘峰的形状的长形三维物体。该构型元件可附连到锯齿状延伸部,特别是附连到锯齿状延伸部的第一齿。此外或备选地,该构型元件可连接或附连到风轮机转子叶片的其它部分上。

[0011] 应当理解,概念“凸脊形的构型元件”还包括制造在风轮机转子叶片中的凹槽,只要这些凹槽用来实现减少在风轮机转子叶片的后缘区段处产生的噪声的相同目的即可。此外,概念“凸脊形的构型元件”还应当包括翅片。

[0012] 构型元件的优点和目的是减少噪声。具体而言,这涉及由风轮机转子叶片产生的噪声。更具体地,这涉及在风轮机转子叶片的压力侧处产生的压力侧噪声和在风轮机转子叶片的吸力侧处产生的吸力侧噪声两者。

[0013] 关于频率,噪声可在宽范围的频谱中得以减少。

[0014] 在一有利的实施例中,构型元件布置成使得风流的流线由该构型元件朝向第一齿的末梢偏转。

[0015] 流线可指定给风流,风流可理解为流体流。流线还可理解为由风流的各点处的风流的切向速度向量组成。

[0016] 流线由构型元件偏转。有利的是使流线朝向齿(例如第一齿)的末梢偏转,因为这潜在地会减少由风流产生的噪声。

[0017] 然而,也可有利的是,明确地使流线朝向两个相邻的齿之间的区域偏转。换言之,也可有利的是,将风流引导到两个相邻的齿之间。

[0018] 在另一有利的实施例中,构型元件包括纵向凸脊延伸、横向凸脊延伸以及凸脊高度。此外,构型元件包括凸脊脊顶,所述凸脊脊顶由针对各个横向凸脊延伸的最大凸脊高度限定。凸脊脊顶大致垂直于后缘区段的后缘。

[0019] 有利地,纵向凸脊延伸大于横向凸脊延伸。因此,构型元件具有长形三维物体的形状。构型元件在垂直于纵向凸脊延伸的平面中的截面可例如具有三角形或椭圆弧的形状。

[0020] 有利地,凸脊脊顶大致沿着整个纵向凸脊延伸具有相同的长度。备选地,其可沿着纵向凸脊延伸具有变化的长度。

[0021] 构型元件还可包括两个凸脊,其中,第一凸脊包括第一凸脊脊顶,而第二凸脊包括第二凸脊脊顶。有利地则是,两个凸脊可布置成使得两个凸脊脊顶大致平行于彼此,且在它们之间构建了谷底。

[0022] 有利的是,凸脊脊顶大致垂直于风轮机转子叶片的后缘。后缘被限定为后缘区段的相对于从前缘区段延伸到后缘区段的弦的最外面的线。应当注意,概念“大致”包括可高达 45 度的偏离,特别地可高达 30 度的偏离。相对于风流大致平行的凸脊脊顶的优点是,因此风流的流线可最有效地受到影响,特别是被偏转。

[0023] 在另一个有利的实施例中,相对于从风轮机转子叶片的前缘区段流到后缘区段的风流,构型元件与第一齿相比位于上游。

[0024] 在这个实施例中,构型元件也可表示为上游凸脊。

[0025] 上游凸脊可如何有利地影响风流的流线以使得由风流产生的噪声减少的一个示例如下:

锯齿状延伸部包括多个传统的齿,诸如三角形的齿,其朝向风轮机转子叶片的压力侧或吸力侧弯曲(即倾斜)若干度,其中齿的倾斜被称为风流的后缘流线。通过该锯齿状延伸部,噪声的第一频率范围有效地减少。现在,通过将上游凸脊添加以及附连到相对于锯齿状延伸部处于上游的风轮机转子叶片的部分处,风流的流线朝向齿的末梢偏转。流线的这种偏转的结果是,噪声的第二频率范围也被有效地减少。因此,上游凸脊提供了实现宽带噪声

减少的优势。

[0026] 在一有利的实施例中,构型元件位于后缘区段处。

[0027] 将构型元件布置(即定位)在锯齿状延伸部附近(即在后缘区段内)的优点是,由此所述风流可有效地被偏转。

[0028] 在另一有利的实施例中,凸脊脊顶定位成在第一齿与第二齿之间大致居中,其中第二齿与第一齿相邻。

[0029] 有利地,锯齿状延伸部包括多个齿。构型元件(即上游凸脊)则有利地位于齿之间。更具体地,凸脊脊顶定位成在齿之间大致居中。这有助于有效地偏转并且影响风流的朝向齿的末梢的流线。

[0030] 在另一有利的实施例种,第一凸脊和第二凸脊对称地设置在两个相邻的齿之间的中心线的两侧上。也就是说,构型元件可包括两个凸脊,在它们之间有“谷底”。特别地,齿上游的两个凸脊也可朝向两个相邻的齿之间的中心线弯曲,在齿附近下游相应的凸脊脊顶之间具有最小的距离。该概念也称为“叉骨”概念。

[0031] 在另一有利的实施例中,构型元件位于第一齿的表面上。

[0032] 将构型元件设置在齿表面上在原则上遵循与以上针对与第一齿相比位于上游的所述构型元件在上文描述的目的相同的目的。位于齿的表面的构型元件也可有利地影响(即偏转)风流的流线。

[0033] 将构型元件设置在齿表面上的优点是便于制造构型元件以及将构型元件附连到风轮机转子叶片。

[0034] 将构型元件定位或设置在齿表面上的另一个优点是:风轮机转子叶片的空气动力学特性不会受构型元件损害。

[0035] 在另一有利的实施例中,第一齿包括齿吸力侧和齿压力侧,且构型元件位于第一齿的齿压力侧上。

[0036] 将构型元件明确地设置在第一齿的压力侧上具有如下优点:通过构型元件解决且有效地减少了由风轮机转子叶片产生的噪声的特别高的频率。

[0037] 然而,还可有利的是将构型元件明确地设置在第一齿的吸力侧上,以便解决和有效地减少噪声的另一个特定的频率范围。

[0038] 在另一有利的实施例中,锯齿状延伸部包括交替的齿。

[0039] 采用交替的齿指的是这样的构思:具有带第一设计的第一数量的齿和带第二设计的第二数量的齿,以及将第一数量的齿和第二数量的齿布置成使得两种类型的齿交替。特别地,这些齿可周期性地交替。交替的齿的优点在于,可解决由所述风轮机转子叶片产生的噪声的多个分量。例如可通过不同的齿设计解决多个频率范围。交替的齿的该概念也可很好地与如上所述的构型元件组合。因此,创造性的构型元件与锯齿状延伸部的交替的齿的组合可非常有益。应当注意,这对于第一齿处于上游的构型元件和齿表面上的构型元件二者也可有利地组合。

[0040] 在另一有利的实施例中,构型元件包括塑料。

[0041] 例如,构型元件可由聚氨酯(PUR)制成。塑料容易获得、便宜且在制造期间易于处理。

[0042] 在另一有利的实施例中,构型元件借助于粘合剂附连到风轮机转子叶片的相对的

表面上。

[0043] 风轮机转子叶片的相对表面(也表示为相对表面)指的是风轮机转子叶片的表面的一部分,构型元件附连到该部分处或者与该部分连接。该附连通过粘合剂(诸如粘胶)被有利地实施。

[0044] 备选地,制造构型元件是风轮机转子叶片本身的整体制造过程的一部分。该整体制造过程借助于模具和真空辅助树脂转移(VART)技术来有益地实施。

[0045] 应当注意,该创造性构思也可转用以及应用到其中存在后缘噪声的其它应用,例如飞行器机翼或通风风扇。

[0046] 本发明还涉及减少在风轮机转子叶片的后缘区段处产生的噪声的方法。该风轮机转子叶片包括根部端、末梢端、前缘区段、后缘区段以及锯齿状延伸部。该锯齿状延伸部至少包括第一齿且附连到后缘区段。该方法的特征在于,风轮机转子叶片的至少一个构型元件引导从前缘区段流到后缘区段的风流,使得在后缘区段处产生的噪声得以减少。构型元件成形为凸脊。

[0047] 已经作为风轮机转子叶片的特征描述的本发明的其他有利实施例可有利地也包括在用来减少在风轮机转子叶片的后缘区段处产生的噪声的该方法中。

附图说明

[0048] 现在仅以示例的方式参照附图来描述本发明的实施例,图中:

图 1 在俯视图中示出了具有锯齿状延伸部的传统的风轮机转子叶片;

图 2 在透视图示出了具有锯齿状延伸部和构型元件的创造性的风轮机转子叶片;

图 3 示出了构型元件的透视图;

图 4 示出了附连到风轮机转子叶片的上游凸脊;且

图 5 示出了附连到锯齿状延伸部的齿的表面的凸脊。

[0049] 附图中的图示是示意性的。此外应当注意,指代类似的特征或者元件的附图标记在所有图中用同一附图标记来指代。

具体实施方式

[0050] 图 1 示出了包括锯齿状延伸部 41 的传统的风轮机转子叶片 20 的俯视图或平面图。该风轮机转子叶片 20 包括末梢 22 和根部 24。风轮机转子叶片 20 的包围末梢 22 的部分称为末梢端 21。特别地,末梢端 21 的体积包括整个风轮机转子叶片 20 的体积的少于百分之十。类似地,风轮机转子叶片 20 的包围根部 24 的部分称为根部端 23。此外,特别地,根部端 23 的体积少于风轮机转子叶片 20 的整个体积的少于百分之十。

[0051] 此外,风轮机转子叶片 20 包括前缘 26 和后缘 28。风轮机转子叶片 20 的包围前缘 26 的部分称为前缘区段 25。类似地,风轮机转子叶片 20 的包围后缘 28 的部分称为后缘区段 27。

[0052] 此外,风轮机转子叶片 20 包括翼展 35,其从根部 24 延伸到末梢 22 且也表示为转子叶片纵向轴线。连接前缘 26 和后缘 28 且垂直于翼展 35 的假想线表示为风轮机转子叶片 20 的弦 36。显然,弦 36 可针对沿着风轮机转子叶片 20 的翼展 35 的各个纵向位置来限定。弦 36 最大的后缘 28 处的点表示为风轮机转子叶片 20 的肩部 29。另外,风轮机转子叶

片 20 包括压力侧 33 和吸力侧 34。此外,风轮机转子叶片 20 分成根部 24 附近的内侧部分 31 和末梢 22 附近的外侧 32。在图 1 所示的示例中,锯齿状延伸部 41 包括多个齿,它们中有第一齿 42。锯齿状延伸部 41 位于风轮机转子叶片 20 的外侧部分 32 中。

[0053] 图 2 示出了风轮机转子叶片 20 的透视图。在该图中,可以看到,弦 36 可分成第一部分 361、第二部分 362 和第三部分 363。可进一步看到,前缘区段 25 包括弦 36 的第一部分 361。类似地,后缘区段 27 包括弦 36 的第三部分 363。第一部分 361 的长度是总弦长度 37 的少于百分之十;第三部分 363 的长度是弦长度 37 的少于百分之二十。

[0054] 图 2 示出了风可如何流过风轮机转子叶片 20。吸力侧 34 处和压力侧 33 处的风流两者都由附图标记 11 表示。图 2 还示出了凸脊形的构型元件 50,其附连到后缘区段 27 上,且其布置成用于偏转风流 11,使得由风流 11 产生的噪声减少。

[0055] 图 3 在透视图中的示例性地示出了凸脊形的构型元件 50。该构型元件 50 包括纵向凸脊延伸 51、横向凸脊延伸 52 和凸脊高度 53。此外,该构型元件 50 包括由针对各个横向位置的最大凸脊高度限定的凸脊脊顶 54。在垂直于纵向凸脊延伸 51 的截面中,构型元件 50 具有三角形形状。

[0056] 图 4 示出了一组上游凸脊。换言之,一组三个构型元件 50 附连到风轮机转子叶片 20 的后缘区段 27 上。风轮机转子叶片 20 还包括具有多个齿的锯齿状延伸部 41,在这些齿中包括第一齿 42 和第二齿 45。第一齿 42 与第二齿 45 相邻。从前缘区段 25 越过风轮机转子叶片 20 而到达后缘区段 27 的风流的流向由风流的流线 12 表示。必须注意,风流的流线 12 被上游凸脊 50 引导和偏转。凸脊脊顶 54 定位成大致垂直于后缘区段 27 的后缘 28。例如,流线 12 以由风流产生的特别高频的噪声由锯齿状延伸部 41 的齿减少的方式偏转。

[0057] 图 5 示出了附连到锯齿状延伸部的第一齿 42 的齿压力侧 44 的构型元件 50。第一齿 42 包括末梢 43。第一齿 42 附连到风轮机转子叶片 20 的后缘区段 27 的后缘 28。构型元件 50 包括凸脊形状。各个构型元件 50 的凸脊脊顶 54 在图 5 中被示出。可以看到,构型元件 50 设计成使得它们的凸脊脊顶 54 大致平行于后缘 28;然而,它们略微弯曲。其结果是,流过后缘区段 27 以及流过第一齿 42 的风流的流线 12 由构型元件 50 引导,即弯曲。

[0058] 更具体地,流线 12 朝向第一齿 42 的末梢 43 弯曲。这暗含了,1kHz 以上的频率的高频范围中的噪声减少。因此,由流过风轮机转子叶片的风产生的总体噪声减少得以实现。

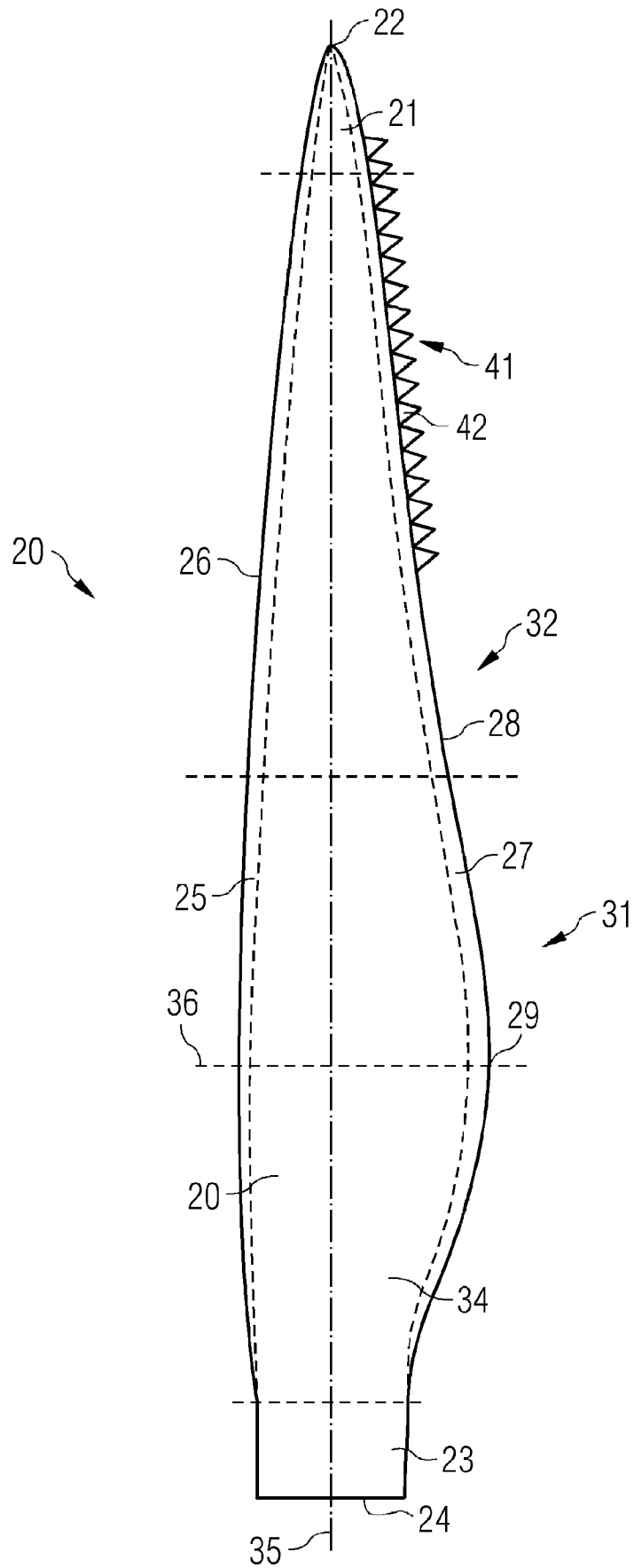


图 1

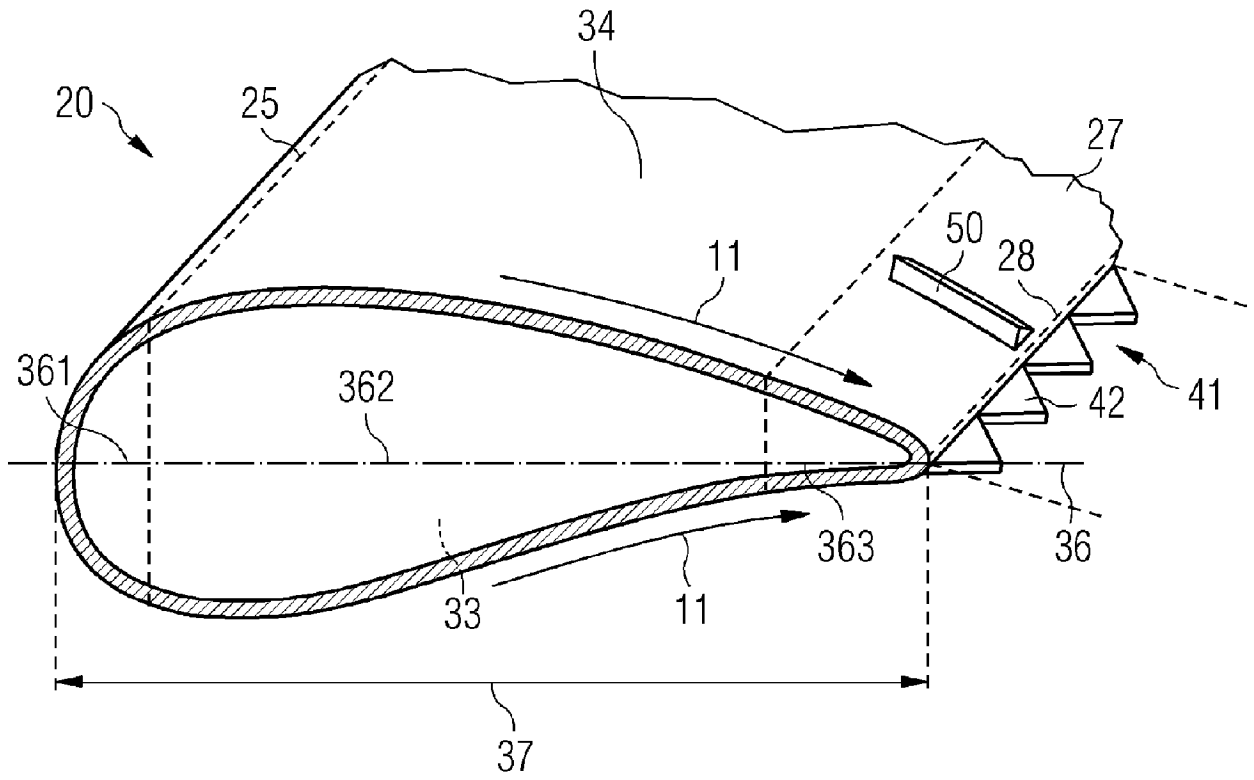


图 2

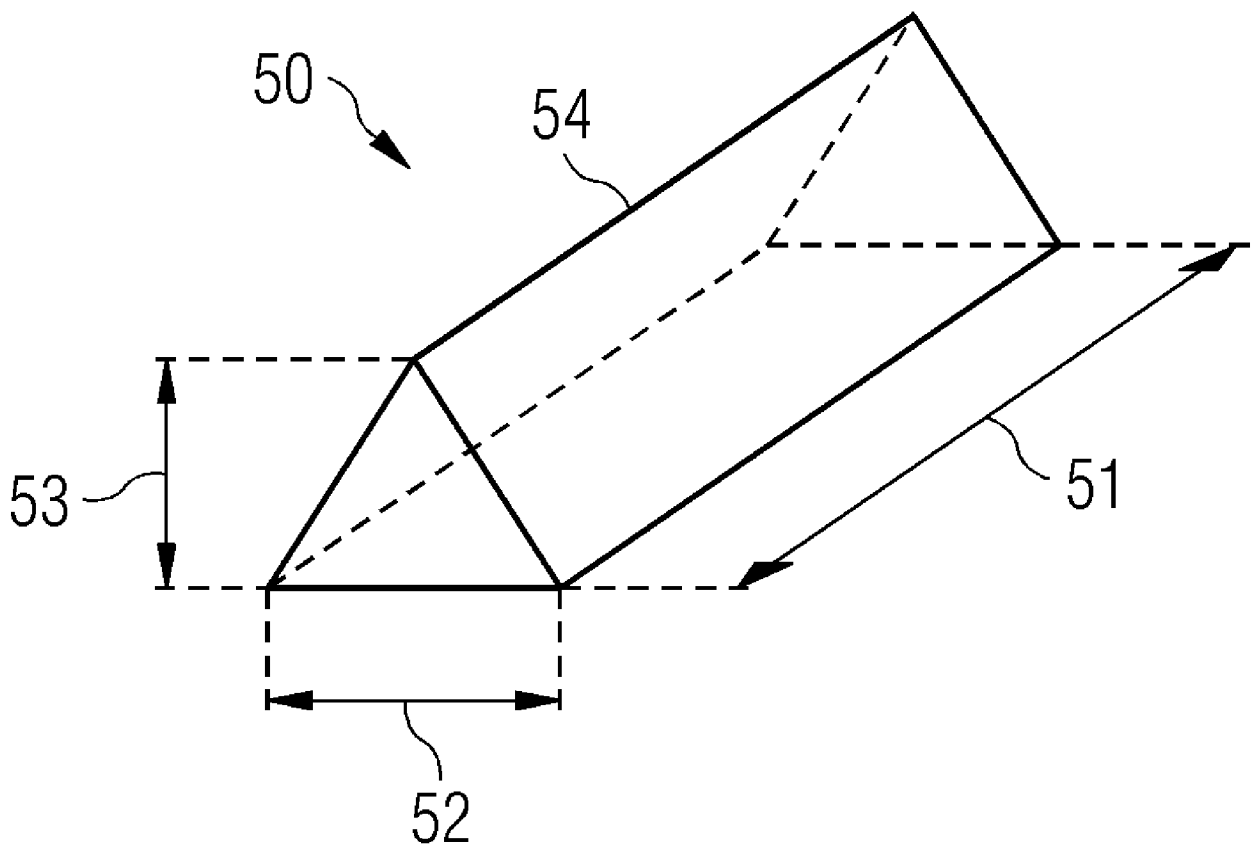


图 3

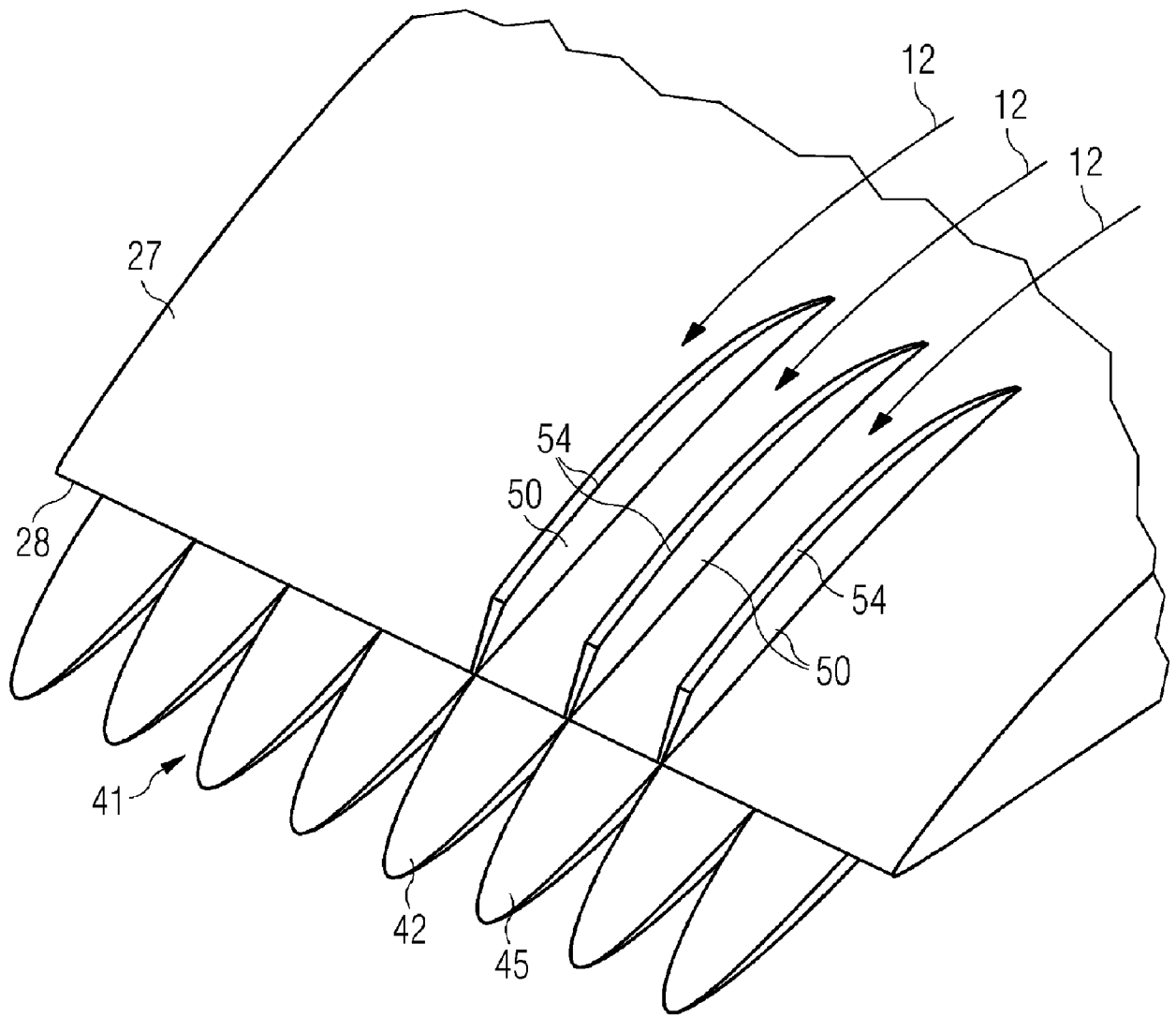


图 4

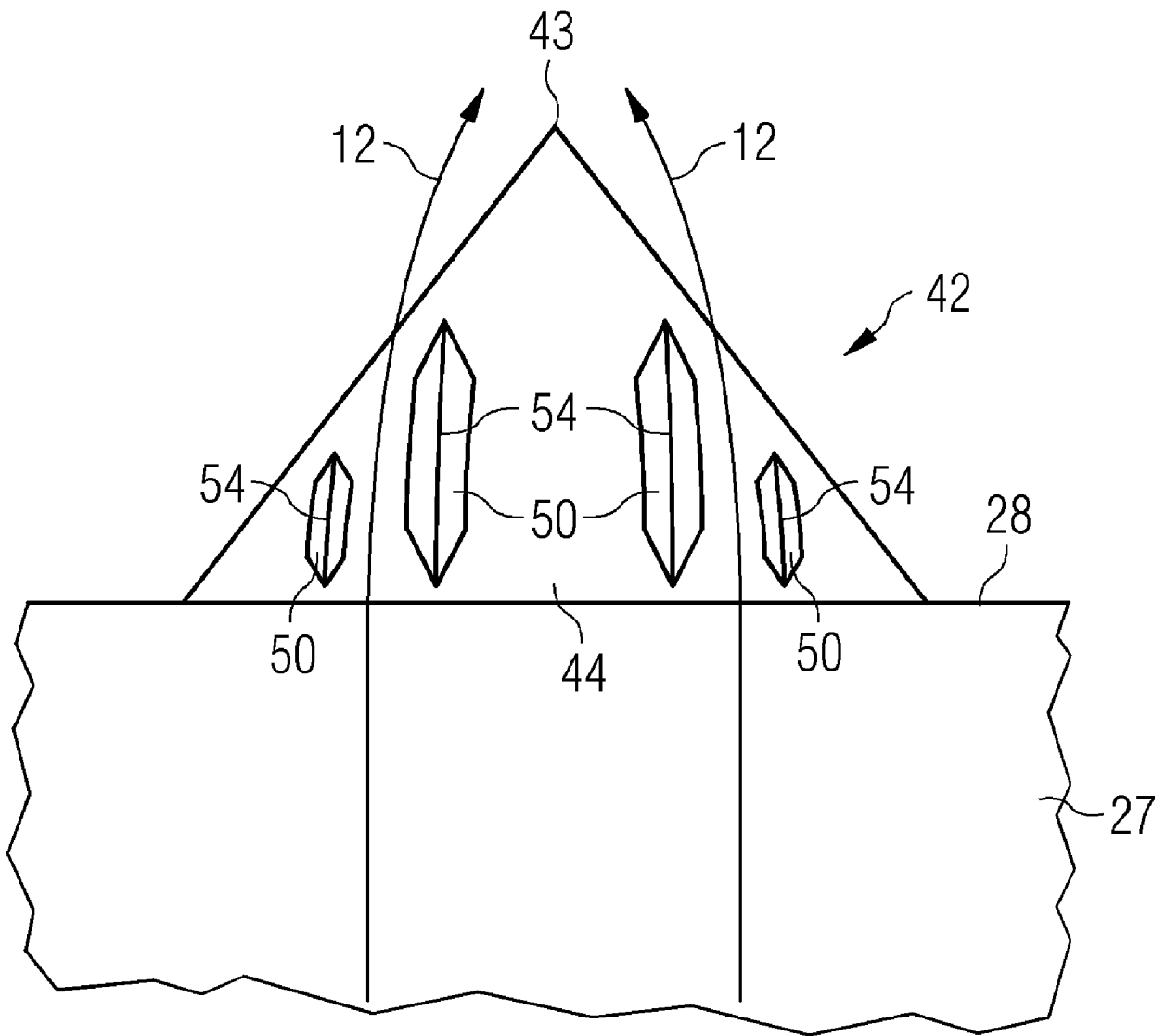


图 5